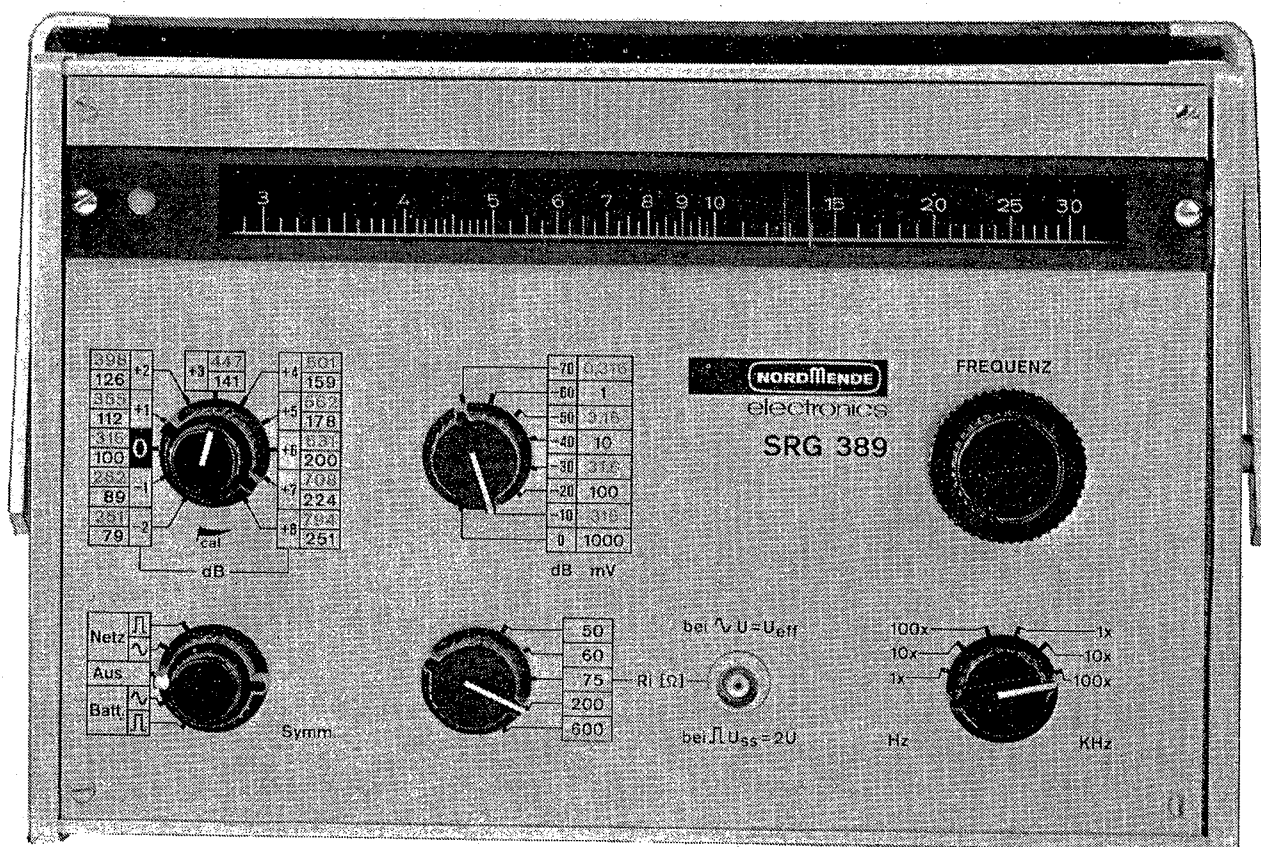




Bedienungsanleitung für Sinus-Rechteck- Generator SRG 389 + Schaltbild

Bedienungsanleitung für Meßgeräte

Sinus-Rechteck- Generator SRG 389



Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Technische Daten	2
2. Anwendung	4
3. Inbetriebnahme	4
3.1 Netzanschluß	4
3.2 Erdung	4
3.3 Batteriebetrieb	4
3.4 Bedienungselemente	5
3.5 Anschließen des Verbrauchers	5
3.6 Einstellen der Spannung, Erzeugung eines besonders geringen Klirrfaktors	6
4. Beschreibung und Wirkungsweise	7
4.1 Mechanischer Aufbau	7
4.2 Blockschaltbild	7
4.3 RC-Generator	8
4.4 Schmitttrigger	8
4.5 Ausgangsverstärker, Abschwächer, Ri-Umschalter	8
4.6 Stromversorgungsteil	8
5. Wartung	9
5.1 Betriebsspannungen	9
5.2 Sinusgenerator	9
5.3 Schmitttrigger	12
6. Anwendungsbeispiele	12
6.1 Anwendungsbeispiele für das Sinussignal	12
6.2 Anwendung des Rechtecksignales	12
6.2.1 Definition von Dachschräge, Anstiegszeit und Überspringen	12
6.2.2 Anwendungsbeispiele für das Rechtecksignal	13
Literaturhinweise	13
dB-Spannungsverhältnis-Tabelle	16
Schaltplan	17

Technische Daten

1.1. Frequenzbereich:

3 Hz ... 3 MHz
unterteilt in 6 Bereiche

Frequenzunsicherheit:

30 Hz ... 1 MHz = $\pm 2\%$
3 Hz ... 30 Hz = $\pm 7\%$
1 MHz ... 3 MHz = $\pm 3\%$

Temperaturkonstanz:

+ $5 \times 10^{-4} / ^\circ\text{C}$

1.2. Ausgang

erdfrei, unsymmetrisch

Anschlußbuchse:

BNC-Buchse

Quellwiderstand:

50—60—75—200—600 $\Omega \pm 1\%$
(umschaltbar)

Ausgangsleistung:
Ausgangsspannung:

max. 125 mW
max. 2,5 V eff (Sinus-Signal)
max. 5 Vss (Rechteck-Signal)

1.3. Abschwächer

10-dB-Stufenschalter
1-dB-Stufenschalter
stetige Regelung
Fehler der Abschwächer

7-stufig (70 dB)
10-stufig (10 dB)
> 1 dB (Rechtsanschlag geeicht)
< $\pm 2,5\%$ bis 60 dB
< -6% bis 70 dB

1.4 Sinus-Signal

Ausgangsspannung bei Anpassung
Gleichspannungsanteil
Fehlergrenzen der Ausgangsspannung
(bezogen auf 1 kHz)

max. 2,5 V eff
max. 50 mV
30 Hz ... 300 kHz < $\pm 2\%$
3 Hz ... 30 Hz < $\pm 7\%$
300 kHz ... 3 MHz < $\pm 5\%$
> 65 dB
+ $2 \times 10^{-3} 1/^{\circ}\text{C}$
3 Hz ... 50 Hz < 0,4%
50 Hz ... 200 kHz 0,1% (Mittelwert)
200 kHz ... 1 MHz < 1%
1 MHz ... 3 MHz < 3%

3 Hz ... 50 Hz	}	$\leq 0,4\%$
50 Hz ... 200 kHz		
200 kHz ... 1 MHz		
1 MHz ... 3 MHz		< 3%

Brumm- und Fremdspannungsabstand
Temperaturkonstanz
Klirrfaktor bei $R_i = 200, 600 \Omega$

Klirrfaktor bei $R_i = 50, 60, 75 \Omega$

1.5. Rechteck-Signal

Ausgangsspannung bei Anpassung
Fehlergrenzen
Anstiegszeit
Abfallzeit
Überschwingen

max. 5 Vss
 $\leq \pm 1\%$
< 25 ns
< 25 ns
< 5% } bezogen auf
Ra=Ri=50 Ω

1.6. Allgemeine Daten

Netzanschluß
Leistungsaufnahme
Batterie-Anschluß

220 V/110 V $\pm 10\%$
12 VA
+ 15 ... 30 V
- 15 ... 30 V

Temperaturbereich:

- a) Einhaltung der technischen Daten
- b) funktionsfähig

0 ... 40°C
... 55°C
240 x 160 x 195 (B x H x T)
ca. 7 kg

Abmessungen:

Gewicht:

1.7. Zubehör:

Anschlußkabel Typ 331.14 mit 2 BNC-Steckern

Anwendung

Inbetriebnahme und Einstellung

2. Anwendung

Der Sinus-Rechteck-Generator ist wegen seines großen Frequenzbereiches für fast alle in der NF-Technik, der Tonband- und Breitbandtechnik vorkommenden Messungen und Prüfungen verwendbar. Er ist auf Grund seiner klirrarmer Sinusspannung ($K \leq 0,2\%$) sehr gut für die Hi-Fi-Technik sowie zum Speisen

von Meßbrücken (z. B. Klirrfaktormeßbrücken) geeignet. Dank der guten Amplitudenkonstanz im gesamten Frequenzbereich lassen sich schnell und exakt Frequenzgänge bestimmen, sowie Übertragungscharakteristiken im NF- und HF-Gebiet aufnehmen, ohne das jedesmal die Ausgangsspannung nachgestellt werden muß.

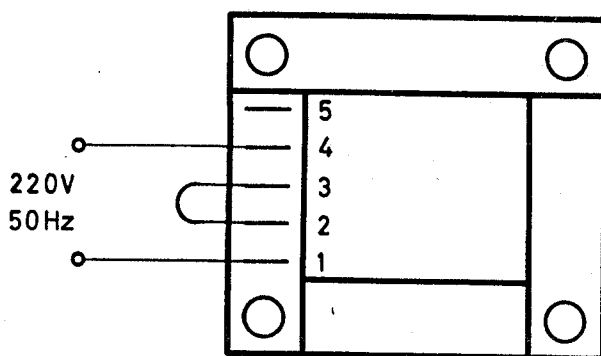
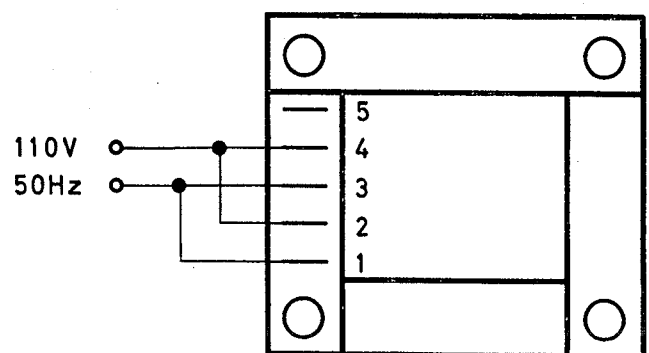


Abb. 1



3. Inbetriebnahme und Einstellung

3.1 Netzanschluß

Das Gerät ist werksseitig auf 220 V~ eingestellt. Es kann jedoch durch Parallelschalten der Primärspulen des Netztransformators (siehe Abb. 1) auf 110V-Betrieb umgeschaltet werden.

Der Netztrafo ist nach Herausnehmen des Gerätes aus dem Gehäuse zugänglich.

3.2 Erdung

Bei diesem Gerät ist der Schutzleiter im Schukostecker nicht mit dem Gehäuse verbunden. Die Bildung von Brummschleifen ist deshalb weitgehend ausgeschlossen. Der Schutzleiter ist lediglich am Schirm des Netztransformators angeschlossen und dient außer zur Verminderung von Brummeinstreuung, auch als Sicherheit gegen Überschläge von der Primär zur Sekundärspule. (Schutzklasse 1 VDE 0411) Zum Schutz der Bedienungsperson gegen Berührungsspannungen ist der gesamte Netzstromkreis mit verstärkter Isolation (4 kV) ausgeführt. Bei Arbeiten an Allstromgeräten ist ein Trenntrafo zu benutzen! (Siehe 3.5)

3.3 Batteriebetrieb

Zur Erzeugung einer extrem brummfreien Ausgangsspannung kann der SRG 389 von zwei Batterien (+15 ... +30 V, -15 ... -30 V) gespeist werden. Die entsprechenden Anschlüsse sind über eine Diodenbuchse an der Rückwand herausgeführt.

Anmerkung: Die Symbole in Abb. 2 für die Betriebsart im Batteriebetrieb (Sinus/Rechteck) sind auf der Frontplatte vertauscht wiedergegeben.

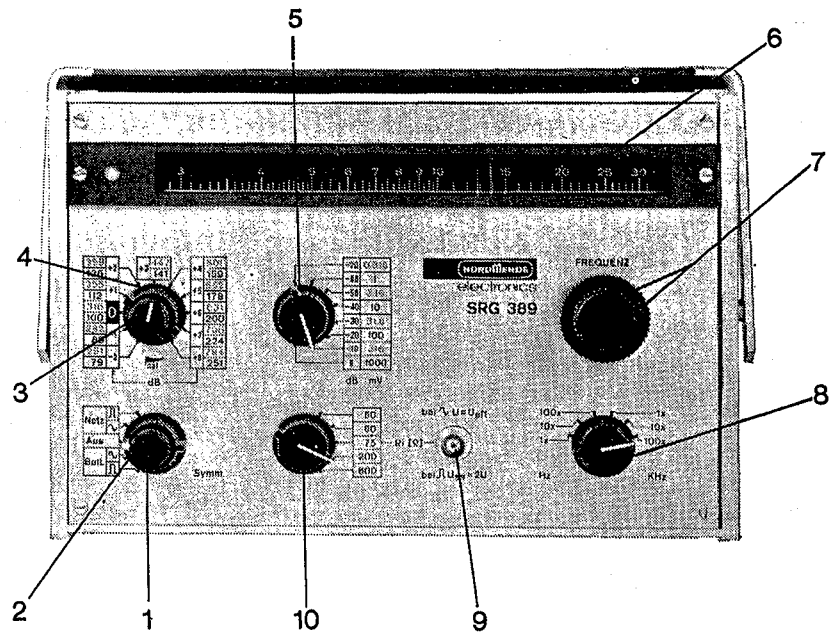


Abb. 2

3.4 Bedienungselemente

In der Frontansicht Abb. 2 sind sämtliche Schalter und Knöpfe mit Bezugswahlen versehen, in deren Reihenfolge anschließend die Bedeutung der einzelnen Bedienungselemente erläutert werden.

1. Oberteil: Symmetrieregler zum Ändern des Tastverhältnisses bei Rechteckbetrieb.
2. Unterteil: Umschaltung von Sinus- auf Rechteckspannung und von Netz auf Batterie. In Stellung Batterie ist der Netztrafo primärseitig abgetrennt.
3. Oberteil: Feinabschwächer (Regelbereich ≥ 1 dB), Rechtsanschlag geeicht
4. Unterteil: 1-dB-Teiler. Die Beschriftung gibt in Verbindung mit dem 10-dB-Teiler Auskunft über die Ausgangsspannung bei $R_a = R_i$.
5. 10-dB-Teiler
6. Frequenzanzeige
7. Frequenzeinstellung (fein und grob)
8. Frequenzbereichschalter
9. Ausgangsbuchse
10. Ri-Umschalter

3.5 Anschließen des Verbrauchers

Vom Verbraucher her darf keine Gleich- oder Wechselspannung größer 3 V auf die Ausgangsbuchse gelangen, da sonst Transistoren oder Widerstände im Abschwächer beschädigt werden können.

Wenn jedoch am Verbraucher eine Gleichspannung vorhanden ist, kann der Sinus-Rechteckgenerator über einen Kondensator angeschlossen werden.

Einfluß des Kondensators bei Sinus-Betrieb:

Der Kondensator bewirkt eine zusätzliche Spannungsteilung, er verringert somit die Spannung am Verbraucher.

Ist z. B. die Meßfrequenz 10x so groß wie die aus Generatorinnenwiderstand, der Koppelkapazität "C" und Verbraucherwiderstand resultierende Grenzfrequenz, so liegt der Fehler unter 0,5%.

$$f_{\text{grenz}} = \frac{1}{2 \cdot C \cdot (R_i + R)} \quad \begin{array}{l} R \text{ in } \Omega \\ C \text{ in F} \end{array}$$

Koppel-C-Richtwerte:

NF (< 20 kHz)	$C \approx 1000 \dots 2500 \mu\text{F}$
$f \geq 100$ kHz	$C \approx 0,25 \mu\text{F}$
≥ 1 MHz	$C \approx 25 \text{ nF}$

Einfluß des Kondensators bei Rechteckbetrieb:

- a.) Die oben beschriebene Spannungsteilung verursacht hier eine Dachschräge.
Ist z. B. bei einer symmetrischen Rechteckschwingung die Grundwelle 10x so groß wie die oben angeführte Grenzfrequenz, so beträgt die Dachschräge bereits 27% (siehe Abschn. 6)
- b.) Außerdem wird bei unsymmetr. Rechteckschwingungen die Nulllinie derart verschoben, daß die negative und positive Impulsfläche gleich ist. Hierdurch, sowie durch die entstandene Dachschräge ändert sich jedoch der Effektivwert der Spannung am Verbraucher. Die Spannungsangaben der Abschwächer sind in diesem Falle nur zur Bestimmung der Spitzenspannung heranzuziehen.

Als Verbindungskabel zwischen dem SRG und Verbraucher sind bei einem Generatorinnenwiderstand von 50,60 und 75 Ω Koaxkabel geeignet. Stimmt der Wellenwiderstand des Kabels mit dem Quellenwiderstand des Generators überein, so ist auch bei größeren Kabellängen und niedrigen Frequenzen bis zu einigen, 100 kHz, die Ausgangsspannung nahezu unabhängig von der Frequenz. Nur wenn der Verbraucherwiderstand stark vom Wellenwiderstand des Kabels abweicht, ist bei hohen Frequenzen ein Spannungsverlust zu verzeichnen. Wird eine exakte Übertragung des Rechtecksignals und eine definierte Spannung am Verbraucher gefordert, muß das Kabel mit seinem Wellenwiderstand abgeschlossen werden. Die Spannung am Verbraucher ist dann unabhängig von Frequenz und Kabellänge. Selbstverständlich ist bei sehr langen Leitungen die Kabeldämpfung zu berücksichtigen.

Bei einem Innenwiderstand von 200 Ω bzw. 600 Ω wird bereits bei einer Belastungskapazität von 260 pF bzw. 90 pF bei 3 MHz die Grenzfrequenz erreicht, d. h. es gelangen nur etwa 70% der Spannung die ohne kapazitive Belastung zur Verfügung steht, an den Verbraucher. Bei der Benutzung hoher Frequenzen und des 200 Ω bzw. 600 Ω -Ausganges ist daher besonders bei Leerlauf auf eine kapazitätsarme Eingangsschaltung des Verbrauchers zu achten. Es ist unter Umständen zweckmäßig, einadrige, ungeschirmte Leitungen zu benutzen. Diese haben einen Kapazitätsbelag von ca. 10 pF/m im Gegensatz zu 50 Ω -Koaxkabeln mit ca. 100 pF/m.

Achtung:

Sollte es erforderlich sein, den SRG an eine gegen Erde hochliegende Spannungsquelle anzuschließen, so ist zu beachten, daß dann auf Grund seines asymmetrischen Ausganges, das Gehäuse des SRG ebenfalls Spannung gegen Erde führt. Es dürfen hierbei aus Isolationsgründen 500 V nicht überschritten werden.

3.6. Einstellen der Spannung

Die Beschriftung der dekadischen Abschwächer 4 und 5 (Abb. 2) gibt den Effektivwert der Spannung an der Ausgangsbuchse bei Abschluß an. Der Feinabschwächer (Oberknopf 3) muß dabei auf Rechtsanschlag stehen. Steht der 1dB-Stufenschalter auf der schwarzen Markierung "0", so gelten die am Grobstufenschalter wählbaren Spannungsbereiche d. h. jede zweite Stufe (schwarze Schrift) hat einen ganzzahligen, dekadischen Wert (1 V, 100 mV, 10 mV, 1 mV). Beliebige Unterteilungen können darüber hinaus durch die blauen 10-dB-Zwischenstufen sowie z. B. durch die 1 dB-Stufen erreicht werden.

Hier einige Beispiele:

- 1.) 10 dB-Schalter auf 100 mV (schw. Schrift)
1 dB-Schalter auf 126 (schw. Schrift)

U-Ausgang = 126 mV eff

- 2.) 10 dB-Schalter auf 3,16 mV (blaue Schrift)
1 dB-Schalter auf 282 (blaue Schrift)

U-Ausgang = 2,82 mV eff

- 3.) 10 dB-Schalter auf 1000 mV (schw. Schrift)
1 dB-Schalter auf 141 (schw. Schrift)

U-Ausgang = 1,41 V eff

Wichtig für richtiges Auswerten ist, daß korrespondierend zur gewählten Spannung und damit zur Kennfarbe am Grobstufen-Teiler, beim Einstellwert des 1-dB-Stufenteilers im gleichen Farbfeld abgelesen wird.

Die Beschriftung gilt für Sinusspannungen und für Rechteckspannungen, (der Symmetrieregler hat keinen Einfluß auf den Effektivwert) Für Rechteckspannungen gilt außerdem: $U_{ss} = 2 \cdot U_{eff}$

Bei Leerlauf ist die oben bestimmte Spannung mit 3 zu multiplizieren.

Ist jedoch der Lastwiderstand nicht gleich dem Innenwiderstand, so läßt sich die Spannung am Verbraucher nach folgender Formel errechnen:

$$U_{Last} = U_{Leerl.} \times \frac{R_{Last}}{R_i + R_{Last}}$$

Beschreibung und Wirkungsweise

Es empfiehlt sich in diesen Fällen eine Spannungskontrolle mit einem Oszillografen durchzuführen.

Mit dem 10 dB- und 1 dB-Teiler läßt sich die Ausgangsspannung von max. 2,51 V (+ 8 dB) bis 2,51 μ V (— 72 dB) abschwächen. Werden noch kleinere Spannungen gewünscht, so empfiehlt sich die Verwendung der Nordmende-Eichteiler Typ 376 oder ELU 381. Je nach Typ sind damit zusätzlich Dämpfungen von 0 ... 100 dB bzw. 110 dB möglich.

Realisierung eines besonders geringen Klirrfaktors

Der Klirrfaktor des SRG 389 wird von der Belastung geringfügig beeinflusst.

Der geringste Klirrfaktor ergibt sich bei $R_i = R_A = 200$ bzw. 600 Ω oder bei Leerlauf.

4.1 Mechanischer Aufbau

Der Sinus-Rechteckgenerator ist in selbsttragender Weise aufgebaut. Nach Lösen der Schlitzschraube an der unteren Rückwandhälfte läßt sich das Chassis nach vorne aus dem Gehäuse ziehen, so daß sämtliche Abgleichelemente leicht zu erreichen sind.

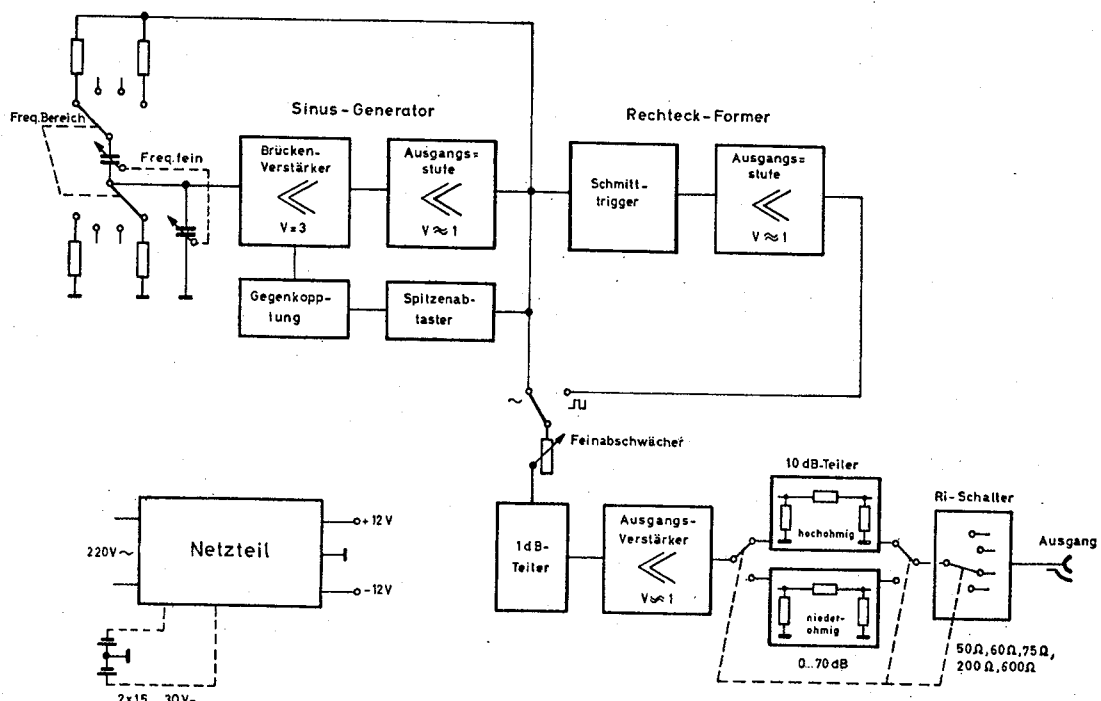
Die Netzteilplatine ist steckbar ausgeführt und kann nach oben herausgezogen werden. Sie trägt u. a. die Sicherungen für die Gleichspannungen.

4.2 Blockschaltbild

Über den prinzipiellen Aufbau des SRG 389 gibt das Blockschaltbild (Abb. 3) Auskunft. Die Hauptgruppen des Gerätes sind der RC-Generator und der Schmitt-Trigger. Beide arbeiten über die Reihenschaltung vom Ausgangsverstärker und Abschwächer auf einen gemeinsamen Ausgang.

Der RC-Generator steuert bei Rechteckbetrieb den Schmitt-Trigger und bei Sinusbetrieb den Ausgang an. Im letzten Fall ist der Schmitt-Trigger abgeschaltet.

Die Stromversorgung erfolgt wahlweise über das 220-V-Lichtnetz oder geeignete Batterien. Das allen Stufen gemeinsame Regelnetzteil sorgt dabei für eine hohe Konstanz der Betriebsspannung.



BLOCKSCHALTBIID SRG 389

Abb. 3

4.3. RC-Generator

Der RC-Generator ist ein Wien-Brücken-Generator mit einem Frequenzbereich von 3 Hz ... 3 MHz. Mit Hilfe der Widerstände im Rückkopplungsweig kann die Frequenz in dekadischen Stufen und mit dem Drehkondensator C 414 kontinuierlich über 1 Dekade, verändert werden. Um eine Belastung der Wien-Brücke durch den Verstärkereingang weitgehend zu verhindern, ist dieser durch zwei hintereinander geschalteten Emitterfolger (T 401, T 402) extrem hochohmig ausgeführt. Durch Einstellen der Gate-Vorspannung (R 912, R 913) des 1. Emitterfolgers wird der Arbeitspunkt des gesamten Verstärkers eingestellt. Danach folgen die Verstärkerstufen T 904, T 907 und T 909. T 904 und T 909 bewirken die erforderliche Phasendehnung um 360° , während T 907 als Emitterfolger geschaltet ist und als Trennstufe arbeitet. Die Gegentakt-Ausgangsstufe T 910, T 911 sorgt für niederohmige Ansteuerung der Wienbrücke, außerdem wird hier die Gegenkopplungsspannung abgegriffen und über ein temperatur- und frequenzkompensiertes Netzwerk auf den Emitter von T 904 zurückgeführt. Zur Stabilisierung der Ausgangsspannung ist eine zusätzliche amplitudenabhängige Gegenkopplung vorhanden. Hierbei werden die negativen Amplitudenwerte der Ausgangsspannung mit D 907 und T 903 abgetastet und Hilfe des schaltbaren RC-Netzwerkes in eine entsprechende Gleichspannung verwandelt. Diese, über T 902 verstärkt, schaltet die wechsellspannungsmäßig parallel zu dem Emitterwiderstand R 923 liegenden Dioden (901 ... D 906) mehr oder minder stark durch. Die hieraus resultierende Gegenkopplung wirkt einer Ausgangsspannungsänderung entgegen.

4.4. Schmitttrigger

Zur Erzeugung der Rechteckspannung wird ein Schmitttrigger verwendet (T 906, T 908). Die Aussteuerung erfolgt vom RC-Generator über den Emitterfolger T 905, dessen Basisspannung mit dem Symmetrieregler (R 101) verändert werden kann. Der Schmitttrigger selbst besteht aus einem 2-stufigen, über D 911, R 938, R 934, R 933 und 940 rückgekoppelten Verstärker. R 940 gestattet eine Variation der Ansprechschwelle und damit einen Abgleich der Hysteresis. Über den im Kollektorkreis von T 908 liegenden Spannungsteiler wird die Ausgangsstufe (T 912, T 913) bei gesperrtem T 908 mit positiven und bei leitendem T 908 mit

negativen Spannungen angesteuert. An R 941 lassen sich beide Spannungen auf gleiche Amplitude einstellen. In diesem Fall ist die Rechteckspannung ohne Gleichstromanteil. Die Ausgangsstufe arbeitet als Emitterfolger mit dem 1 dB-Teiler, dem Feinabschwächer R 601 und dem zum Abgleich der Rechteck-Ausgangsspannung erforderlichen Trimmerpoti R 953 als Belastung.

Bei Rechteckbetrieb wird der Sinusgenerator anstelle des 1 dB-Teilers mit dem Widerstand R 102 (680Ω) belastet.

4.5. Ausgangsverstärker, Ri-Umschalter, Abschwächer

Wahlweise kann das Sinus- bzw. Rechtecksignal über den 1-dB-Teiler dem Ausgangsverstärker zugeführt werden. Der vor dem Teiler liegende Feinregler R 601 gestattet dabei eine kontinuierliche Abschwächung von ≥ 1 dB. Der Ausgangsverstärker besteht aus den Trennstufen T 501, T 502 und dem gegengekoppeltem Verstärker T 503 ... T 508 ($V = 2$). Sein hoher Eingangswiderstand garantiert eine rückwirkungsfreie Ankopplung an den 1 dB-Teiler. Als Lastwiderstand wirkt die Reihenschaltung von 10-dB-Teiler/Ri-Umschalter und dem am Ausgang liegenden Verbraucher.

Durch Kombination der symmetrischen Π -Glieder des 10 dB-Teilers ($a = 10, 20$ und 40 dB) wird eine Abschwächung des Ausgangssignals in 10-dB-Stufen bis max. 70 dB erreicht.

Für den 50/60/75 Ω - bzw. 200/600 Ω -Bereich sind getrennte Abschwächerketten vorhanden. Sie werden über den Ri-Umschalter mit R 506 ... R 509 und R 528 ... R 530 zu den gewünschten Innenwiderständen zusammengeschaltet.

4.6. Stromversorgungsteil

Zur Erzeugung der benötigten Spannung (+12 V, -12 V) ist ein doppeltes Regelteil vorgesehen.

Das Regelteil für die positive Spannung arbeitet mit der Z-Diode D 201 als Referenzquelle und der Regelvergleichsstufe T 204. Der Längstransistor T 207 wird von der Treiberstufe T 205, T 206 angesteuert.

Beim Einschalten (T 207 ist gesperrt) fließt der für T 204 erforderliche Basisstrom über R 216. Im eingeschwungenen Zustand überbrückt D 202 den Widerstand R 216, so daß dann der Basisstrom der geregelten Spannung entnommen wird.

Wartung

Das Regelteil für die negative Spannung benutzt die positive Spannung als Referenzspannung. Hier arbeitet T 203 als Vergleichsstufe und T 202 als Treiber für den Längstransistor T 201.

Das Regelteil kann wahlweise über eine externe Batterie (Anschlüsse an der Gehäuserückwand) oder vom Netz gespeist werden. Im letzten Falle sorgt ein reichlich dimensionierter Netztransformator in Verbindung mit dem aus Si-Dioden bestehenden Doppelweg-Gleichrichter für die erforderliche Oberspannung. Die Kondensatoren C 203, C 206 glätten dabei die pulsierende Spannung.

5. Wartung

Eine besondere Wartung des Gerätes ist nicht erforderlich. Für die Reinigung der Chassisteile benutze man einen feinen Haarpinsel oder entferne den Staub durch Ausblasen. Vor dem Herausziehen des Chassis ist das Gerät vom Netz zu trennen.

Reparatur- und Abgleicharbeiten die am unter Spannung stehenden Gerät vorgenommen werden müssen, dürfen nur unter Beachtung der gebotenen Sicherheitsmaßnahmen durchgeführt werden.

Sollte durch Erneuern bzw. Alterung von Bauteilen eine Überprüfung oder Neueinstellung einzelner Baugruppen erforderlich sein, so kann sie nach folgender Anweisung vorgenommen werden. Der Abgleich sollte bei einer Raumtemperatur von $\approx 22 \dots 25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ durchgeführt werden.

5.1. Betriebsspannungen

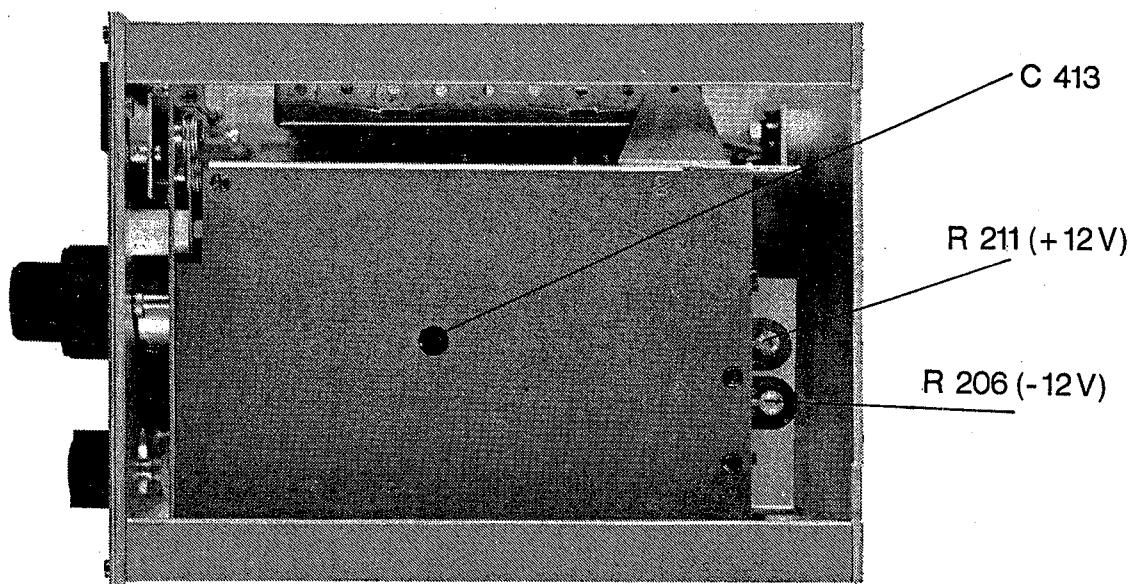
Meßpunkt: C 912 $U = + 12 \text{ V}$
(einstellbar mit R 211 siehe Abb. 4)
Meßpunkt: C 913 $U = - 12 \text{ V}$
(einstellbar mit R 206 siehe Abb. 4)

5.2. Sinus-Generator

Erforderliche Meßgeräte:

- 1 Oszillograf (z. B. TO 368)
- 1 Röhrenvoltmeter (z. B. URV 356)
- 1 Digitalfrequenzmesser
- 1 Klirrfaktor-Meßbrücke (z. B. KM 394)
- 1 Effektivwert-mV-Meter (z. B. MV 3352)
- 1 Abschlußwiderstand $50 \text{ } \Omega \pm 0,5\%$

- 1.) R 931 auf Linksanschlag und R 926 auf Rechtsanschlag
- 2.) Skalenzeiger auf "3", Frequenzschalter auf "x 100".

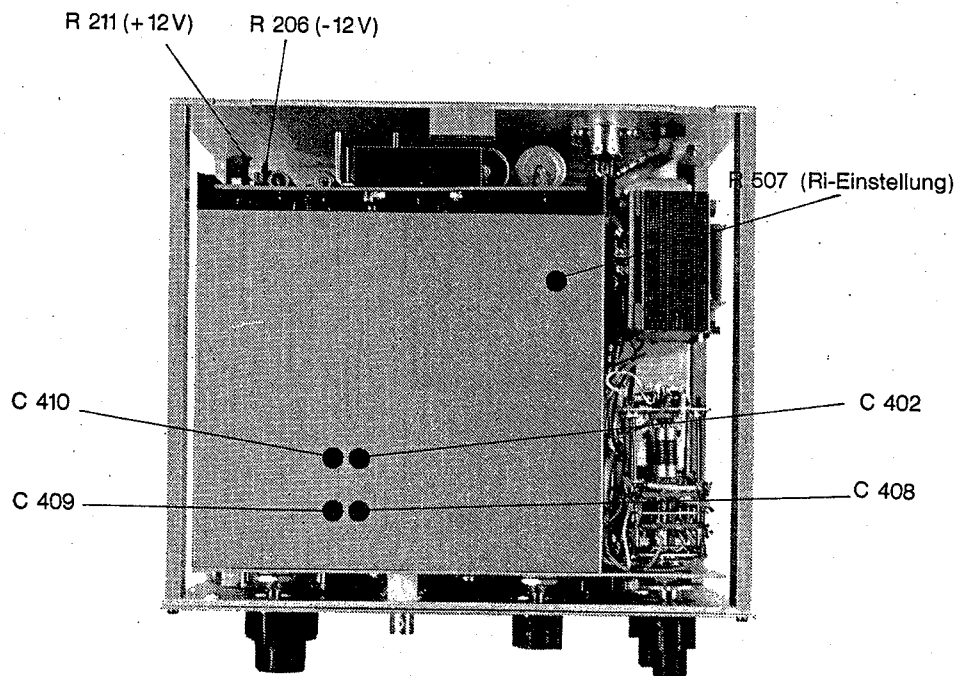


Geräteansicht von rechts
Abb. 4

- 3.) 10 dB- und 1 dB-Schalter und 1 dB-Regler auf Rechtsanschlag
- 4.) Oszillograf und Röhrenvoltmeter am Ausgang anschließen
- 5.) Mit dem R 912 (grob) und R 913 die Gleichspannung am Ausgang auf < 50 mV einstellen.
- 6.) Wenn das Oszillogramm HF-Schwingungen aufweist, muß parallel zu dem C 914 eine zusätzliche Kapazität von 2,7 pF eingelötet werden.
- 7.) (3.5) wiederholen
- 8.) Erdfreies Röhrenvoltmeter zwischen + 12 V und Emitter T 901 anschließen
- 9.) Mit dem R 901 die Spannung auf etwa 4 V bringen
- 10.) R 926 in Mitte stellen und mit dem R 931 die Spannung auf 2,5 V zurückregeln
- 11.) Ri-Umschalter auf 50 Ω schalten
- 12.) Ausgang mit 50 Ω abschließen
- 13.) Frequenzmesser und Oszillograf am 50 Ω Abschlußwiderstand anschließen
- 14.) Skalenzeiger auf Rechtsanschlag bringen
- 15.) C 413 (grob) und C 402, C 408 (fein) so verändern, daß gleichzeitig der Frequenz-

messer 3200 Hz und das Röhrenvoltmeter 2,5 V anzeigt.

- 16.) Den Zeiger langsam bis zum Skalenanfang durchdrehen und dabei das Oszillogramm betrachten. Die Amplitude muß stabil sein.
- 17.) Den Skalenzeiger vom Linksanschlag so weit nach rechts drehen, daß der Frequenzmesser 300 Hz $\pm 0,2\%$ zeigt, danach den Skalenzeiger lösen mit Strich "3" zur Deckung bringen und wieder befestigen. Mit R 926 die Regelspannung auf 2,5 V korrigieren.
- 18.) Den Skalenzeiger mit dem Strich "30" zur Deckung bringen. Mit C 402, 408 die Frequenz auf 3000 Hz $\pm 0,2\%$ abgleichen, die Regelspannung von 2,5 V $\pm 0,05$ V muß dabei erhalten bleiben. Die Folgen 17) und 18) wiederholen.
- 19.) Die Änderung der Regelspannung beim Durchdrehen des Frequenzbereiches darf nicht größer als $\pm 0,2$ V sein, entsprechend einem Gleichlauffehler von etwa $\pm 1\%$.



Geräteansicht von unten
Abb. 5

- 20.) Mit R 930 bei 20 Hz die Regelspannung auf etwa 2,5 V bringen.
- 21.) Die Frequenz auf $300 \text{ Hz} \pm 0,2 \%$ (in X 100 Hz-Bereich) einstellen und nach Umschalten des Frequenzschalters auf X 10 X 1 Hz und X 1 X 10 kHz die Genauigkeit der Frequenz nach den technischen Daten kontrollieren.
Das gleiche bei 1 kHz und 3 kHz wiederholen.
- 22.) Die Frequenz von 3 Hz — 300 kHz verändern, gleichzeitig am Oszillogramm überprüfen, ob die Amplitude stabil bleibt, ohne daß Regelschwingungen oder andere Fremdspannungen auftreten.
- 23.) Mit dem R 913 und dem Röhrenvoltmeter am Ausgang, die Gleichspannungskomponente auf $< \pm 50 \text{ mV}$ korrigieren.
- 24.) Den Skalenzeiger auf "30" einstellen, den Frequenzschalter auf X 10 kHz bringen.
- 25.) Mit C 910 auf Sollfrequenz 300,0 kHz trimmen.
- 26.) Frequenzschalter auf X 100 kHz stellen.
- 27.) Mit C 409, C 410 auf 3000 kHz trimmen.
Das Oszillogramm darf keine Regel-

schwingungen aufweisen, d.h. die MHz-Schwingung darf nicht moduliert sein. Auch nach dem Anfassen des NTC-Widerstandes (R 939) muß der Einschwingvorgang nur ein einmaliges Überschwingen zeigen. Diese Prüfung ist im ganzen Bereich zu wiederholen.

Abgleich des Klirrfaktors, des Innenwiderstandes und der Ausgangsspannung

- 28.) Bei leerlaufendem Ausgang ($R_a = 50 \Omega$ entfernen), alle Abschwächer auf Rechtsanschlag sowie $f = 1 \text{ kHz}$, die Ausgangsspannung mit dem Effektivwertvoltmeter messen und durch Abgleichen von R 952 auf 5,02 V bringen.
- 29.) Den Klirrfaktor der Ausgangsspannung messen und mit R 909 auf Min. einstellen (Sollwert : 0,1 %).
- 30.) Den Ausgang abschließen ($50 \Omega \pm 0,5 \%$). Ausgangsspannung 2,5 V eff kontrollieren.
- 31.) Ausgangsspannungskonstanz im Frequenzbereich 3 Hz ... 3 MHz überprüfen.

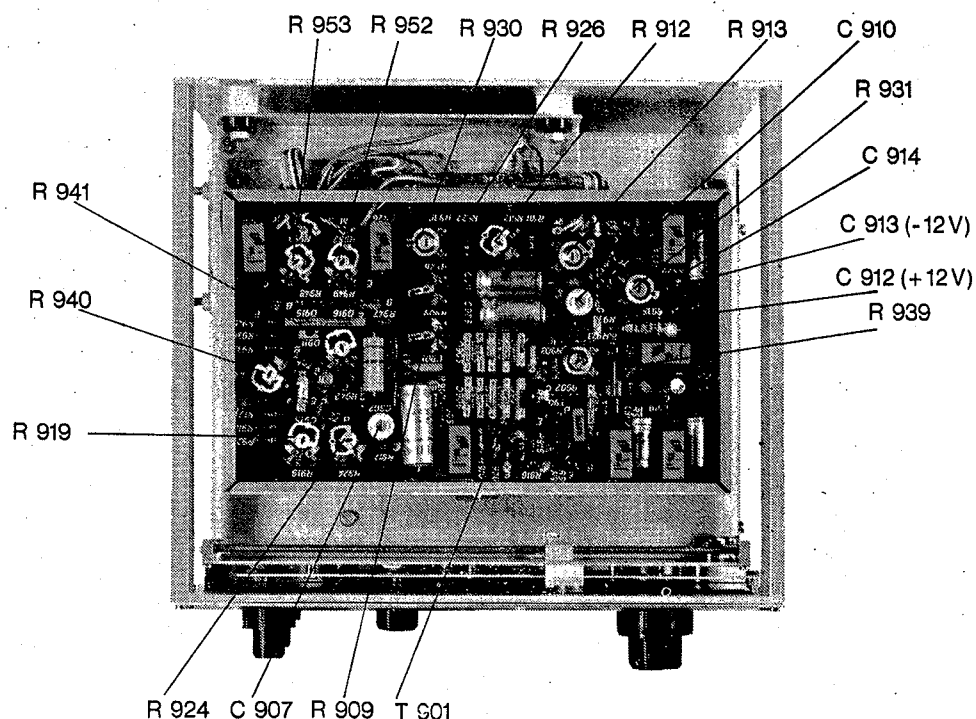


Abb. 6

5.3 Schmitt-Trigger

Vor einem Neuabgleich ist der Sinusgeneratorteil zu überprüfen.

Erforderliche Meßgeräte:

- 1 Oszillograf (z. B. TO 368) mit Tastkopf
- 1 Effektivwert-mV-Meter (z. B. MV 3352)
- 1 Abschlußwiderstand ($50 \Omega \pm 0,5 \%$).
- 1.) Betriebsartenschalter in Rechteck/Netz-Position schalten.
- 2.) Den Ri-Umschalter in 50Ω -Position schalten.
- 3.) Die Frequenz 1 kHz einstellen.
- 4.) Den 1 dB- und 10 dB-Abschwächer in 0 dB-Stellung bringen und den 1 dB-Feinregler auf Rechtsanschlag stellen.
- 5.) Ausgang mit 50Ω abschließen.
- 6.) An den Ausgang den Oszillografen anschließen.
- 7.) Den Symmetrieregler in mittlere Stellung bringen.
- 8.) R 940 soweit von rechts nach links drehen, daß die Umschaltflanken auf dem Oszillogramm sauber erscheinen, dann den Regler noch weiter nach links drehen, bis die Verrundung der rechten Ecke im **positiven Teil des Rechtecks beseitigt ist**.
- 9.) Durch Verändern der Zeitachse am Oszillografen die ganze Periode des Rechtecksignals auf 10 cm dehnen.
- 10.) Beim Rechtsanschlag des Symmetriereglers mit R 919 den **positiven Impuls** auf etwa 2,5 cm Breite bringen. **Dabei ist zu beachten, daß er schon bei etwa 1,5 cm Breite erscheint.**
- 11.) Beim Linksanschlag des Symmetriereglers mit R 924 den **negativen Impuls** auf etwa 2,5 cm Breite bringen.
- 12.) Die Folgen 10) und 11) wiederholen.
- 13.) Den Symmetrieregler so verstellen, daß auf dem Oszillogramm eine symmetrische Rechteckschwingung erscheint (positiver Impuls = 5 cm).
- 14.) Null-Linie des Oszillogramms einstellen.
- 15.) Mit R 941 die positive und negative Halbwelle auf den gleichen Spitzenwert einstellen.
- 16.) Das Effektivwertvoltmeter am Ausgang anschließen.
- 17.) R 953 so einregeln, daß beim Umschalten von Sinus- auf Rechteck-Betrieb kein Unterschied in der Anzeige des Effektivwertvoltmeters entsteht.
- 18.) Bei $f = 3 \text{ MHz}$ den Regelbereich des Symmetriereglers mit C 907 auf Maximum einstellen.

6. Anwendungsbeispiele

6.1 Aufnahme eines Frequenzganges mit dem Sinussignal

Als Anwendungsbeispiel ist die Aufnahme des Frequenzganges eines Vierpols (z. B. NF-Verstärker) gewählt.

Am Ausgang des Vierpols wird ein Anzeigegerät (z. B. Oszillograf oder ein Instrument) angeschlossen. Die einzige Anforderung an das Anzeigegerät ist, daß sein Frequenzgang flach oder bekannt sein muß. Es eignet sich ein Oszillograf ebenso gut, wie ein Voltmeter mit beliebiger Skala.

Der RC-Generator wird an den Eingang des Vierpols gelegt und die Eingangsspannung über die Abschwächer 2 und 3 so eingestellt, daß das Anzeigegerät einen gut reproduzierbaren Wert anzeigt. Es ist lediglich zu beachten, daß der Vierpol nicht übersteuert wird. Weicht bei einer Frequenzänderung das Ausgangssignal von der vorher eingestellten Größe ab und wird es mit dem 1 dB- und 10 dB-Abschwächer wieder auf den ursprünglichen Wert gebracht, so gibt die Differenz der neuen zur anfänglichen Einstellung der Abschwächer, die Änderung des Frequenzganges in dB an.

Bei dieser Methode wird im Gegensatz zu den allgemein üblichen Verfahren die Ausgangsspannung konstant gehalten und die Eingangsspannung verändert.

6.2. Anwendung des Rechtecksignals

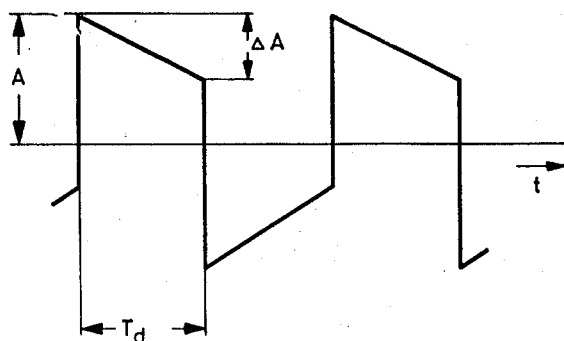
Zur Darstellung der Rechteckimpulse eignet sich jeder Breitband-Oszillograf mit DC-Eingang (keine Dachschräge bei niederfrequenten Rechteckschwingungen) und hoher oberer Grenzfrequenz (geringe zusätzliche Anstiegszeit, z. B.: $f_g = 10 \text{ MHz}$

$$t_{\text{Anstieg}} \approx 35 \text{ ns}$$

6.2.1 Wichtige Definitionen nach DIN

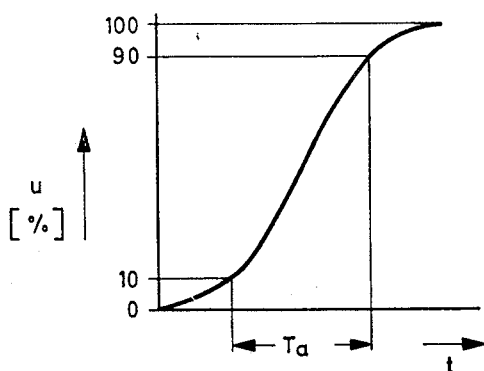
a.) Dachschräge: (Abb. 7)

Die Dachschräge ist die Verzerrung eines Rechteckimpulses durch einen Anstieg oder Abfall des Impulsdaches



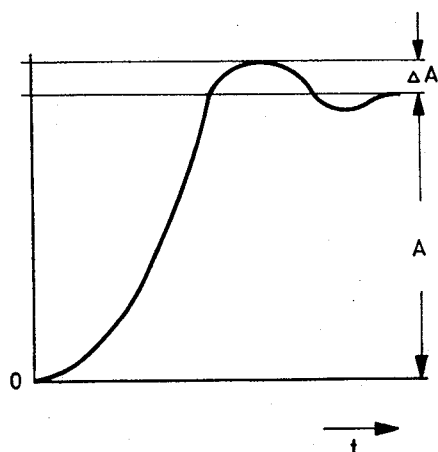
$$\text{Dachschräge} = \frac{\Delta A}{A} \cdot 100 \quad [\%]$$

Abb. 7



T_d = Anstiegszeit

Abb. 8



$$\text{Überschwingen} = \frac{\Delta A}{A} \cdot 100 \quad [\%]$$

Abb. 9

b.) Anstiegszeit: (Abb. 8)

Die Anstiegszeit bezeichnet die Zeitspanne, in der bei einem Sprungvorgang der Augenblickswert der Ablenkung von 10 % auf 90 % des im eingeschwungenen Zustand erreichten Wertes ansteigt.

c.) Überschwingen: (Abb. 9)

Es kennzeichnet den Einschwingvorgang unter Einwirkung eines Sprungvorganges.

6.2.2 Anwendungsbeispiele für das Rechtecksignal

Während eine exakte Aufnahme des Frequenzganges am günstigsten mit Sinusspannungen durchgeführt wird, ist für eine schnelle Überprüfung der charakteristischen Übertragungseigenschaften das Rechtecksignal geeignet.

Mit Hilfe der im Bild 10 dargestellten Tabelle lassen sich die Übertragungs-Eigenschaften von Vierpolen abschätzen, soweit sie auf einfache RC- bzw. RL-Glieder zurückgeführt werden können.

Dabei bedeutet:

F = Frequenz der Rechteckschwingung

f_{gu} = Untere Grenzfrequenz

$$f_{gu} = \frac{1}{2 \pi \cdot R \cdot C} ; f_{gu} = \frac{R}{2 \pi \cdot L}$$

f_{go} = Obere Grenzfrequenz

$$f_{go} = \frac{1}{2 \pi \cdot R \cdot C} ; f_{go} = \frac{R}{2 \pi \cdot L}$$

φ = Phasenwinkel zwischen Ein- und Ausgangsspannung

b = Zeit in % von $\frac{T}{2}$

s = Dachschräge in %

Literaturhinweise

Zum Schluß ist auf einige Veröffentlichungen hingewiesen, denen weitere Anregungen zur Anwendung von Rechteckimpulsen entnommen werden können.

- 1.) Ing. W. Schultz „Messen und Prüfen mit Rechtecksignalen“
- 2.) Czech „Oszillografen-Meßtechnik“ Verlag für Radio-Foto-Kinotechnik G.m.b.H.
- 3.) Müller „Bestimmung des Amplituden- und Phasenganges von linearen Übertragungssystemen mit Hilfe von Rechteckwellen“

FTZ 1951, Heft 5, s. 211 ...220.

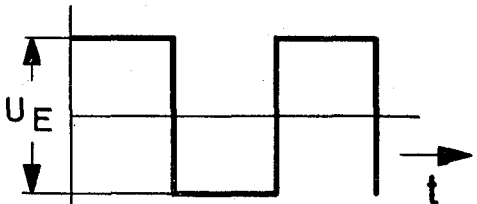
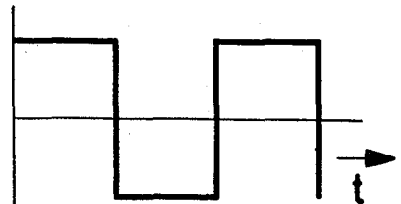
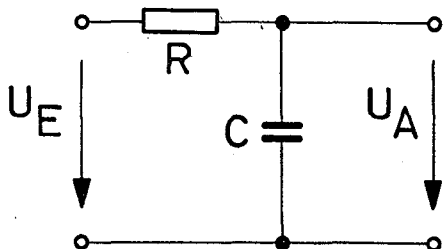
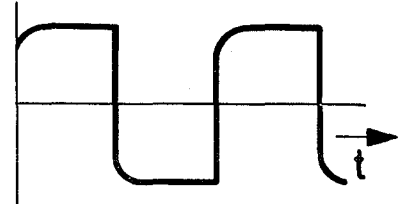
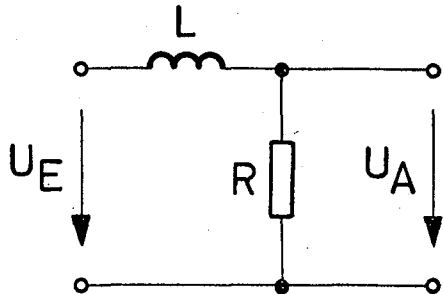
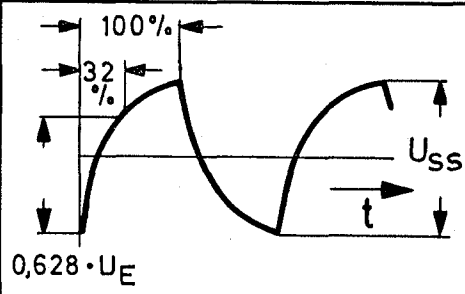
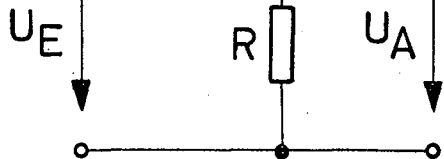
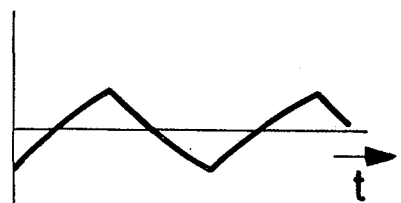
$\frac{f_{go}}{F}$		Ausgangsspannung U_A	b	$\frac{U_{ss}}{U_E}$	φ
∞	 Eingangsspannung		0	1	0°
5			6,4	1	$11,4^\circ$
1			32	0,935	45°
$\frac{1}{\pi}$			100	0,518	$72,3^\circ$

Abb. 10

In obenstehender Tabelle sind für einige wichtige Frequenzverhältnisse die Verformungen eines Rechtecksignals in einem Tiefpaßglied dargestellt.

Als Charakteristikum ergibt sich in diesen Fällen stets eine mehr oder weniger starke

Verrundung der vorderen Anstiegsflanke des Rechtecksignals. Liegt die Frequenz (F) auf der oberen Grenzfrequenz (f_o) des Tiefpaß-Gliedes und höher, so nimmt die Ausgangs-amplitude (U) bis zum Extremwert $U_A = \frac{U_E}{2}$ hin ab.

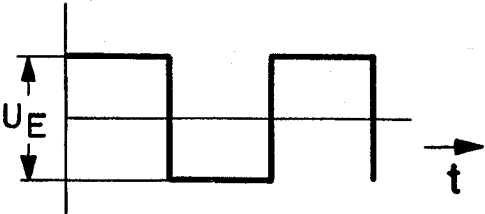
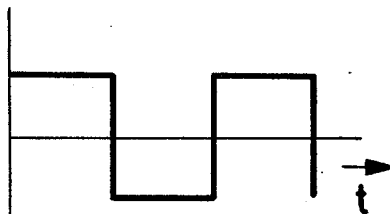
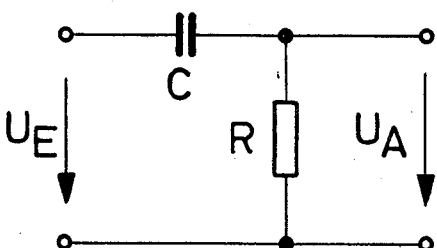
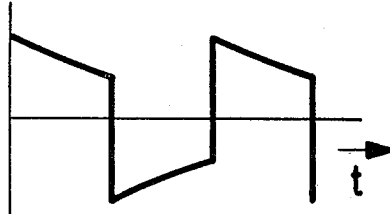
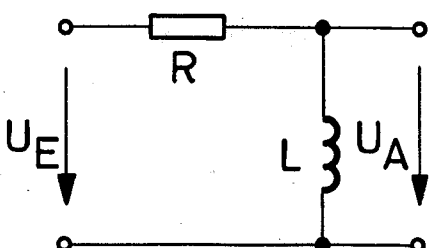
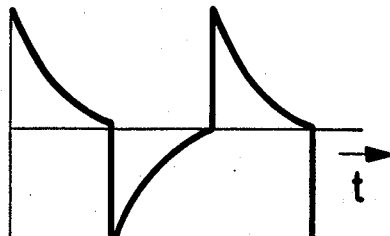
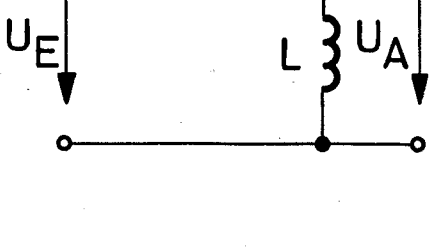
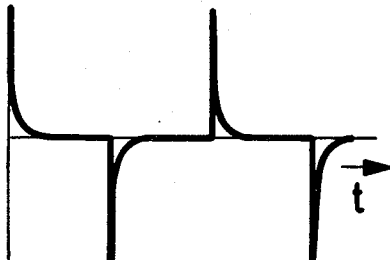
$\frac{F}{f_{gu}}$		Ausgangsspannung U_A	$S [\%]$	$\frac{U_{ss}}{U_E}$	φ
∞	 Eingangsspannung		0	1	0°
5			47	1,30	$11,4^\circ$
1			95,7	1,92	45°
$\frac{1}{10}$			100	2	$84,3^\circ$

Abb. 11

In dieser Tabelle sind für einige Frequenzverhältnisse die Verformungen eines Rechtecksignals beim Durchgang durch ein Hochpaßglied dargestellt. Hierbei ergibt sich als charakteristisches Oszillogramm stets eine Amplitudenvergrößerung der vorderen An-

stiegsflanke und damit eine zunächst als Dachschräge erkennbare Rechteckverformung. Im Extremfall werden die Anstiegsflanken des Signales differenziert, und es entstehen am Ausgang Nadelimpulse mit der doppelten Amplitude des Eingangssignals.

dB-Spannungsverhältnis-Tabelle



Umrechnung in Neper:

$$1 \text{ Np} \triangleq 8,686 \text{ dB}$$

$$1 \text{ dB} \triangleq 0,115 \text{ Np}$$

$20 \lg \frac{U_1}{U_2}$ [dB]	$\frac{U_1}{U_2}$
0	1
1	1,122
2	1,259
3	1,413
4	1,585
5	1,778
6	1,995
7	2,239
8	2,512
9	2,818
10	3,162
11	3,548
12	3,981
13	4,467
14	5,012
15	5,623
16	6,310
17	7,079
18	7,943
19	8,913
20	10,00
21	11,22
22	12,59
23	14,13
24	15,85
25	17,78
26	19,95
27	22,39
28	25,12
29	28,18
30	31,62
31	35,48
32	39,81
33	44,67
34	50,12
35	56,23
36	63,10
37	70,79
38	79,43
39	89,13

$20 \lg \frac{U_1}{U_2}$ [dB]	$\frac{U_1}{U_2}$
40	100,0
41	112,2
42	125,9
43	141,3
44	158,5
45	177,8
46	199,5
47	223,9
48	251,2
49	281,8
50	316,2
51	354,8
52	398,1
53	446,7
54	501,2
55	562,3
56	631,0
57	707,9
58	794,3
59	891,3
60	1000
61	1122
62	1259
63	1413
64	1585
65	1778
66	1995
67	2239
68	2512
69	2818
70	3162
71	3548
72	3981
73	4467
74	5012
75	5623
76	6310
77	7079
78	7943
79	8913

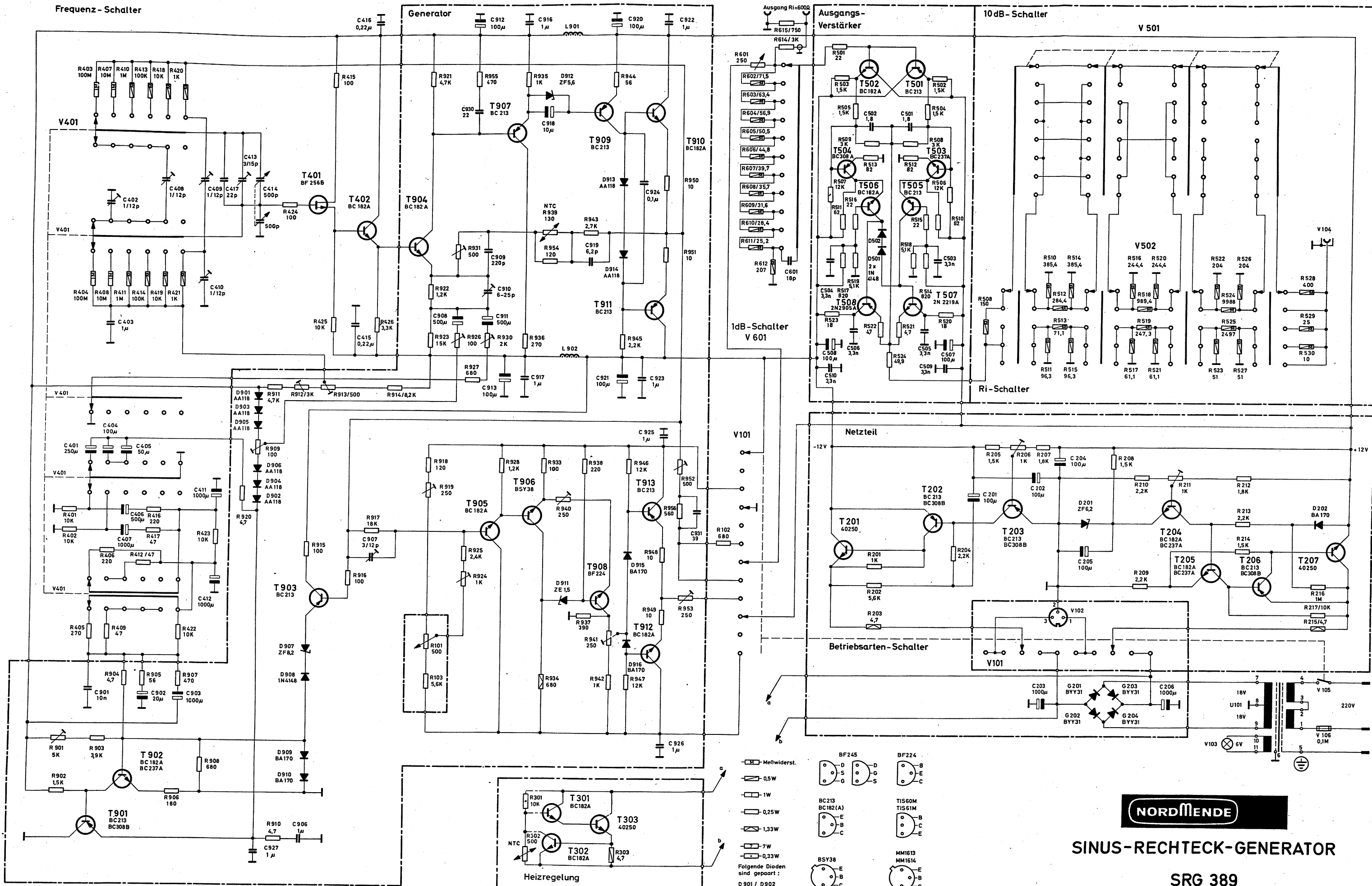
Frequenz-Schalter

Generator

Ausgangs-Verstärker

10dB-Schalter

V 501



NORDMENDE

SINUS-RECHTECK-GENERATOR

SRG 389